

СОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

539.12.01(063)

**ХII ВСЕСОЮЗНАЯ ШКОЛА «ЯДЕРНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
ПРИ ВЫСОКИХ И СВЕРХВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ»****(Бакуриани, ГССР, 15—23 января 1987 г.)**

В Бакуриани (Грузинская ССР) с 15 по 23 января 1987 г. проходила ХII Всесоюзная школа «Ядерные взаимодействия при высоких и сверхвысоких энергиях». В работе школы приняли участие 97 научных сотрудников из 15 институтов АН СССР, АН союзных республик, ГКАЭ СССР и Минвуза СССР. На школе было заслушано 58 лекций и докладов, в том числе 19 на теоретических и экспериментальных семинарах.

Ядерные взаимодействия при высоких энергиях аккумулируют широкий круг проблем — от механизма элементарных взаимодействий кварков-партонов до поиска новых фазовых состояний внутриядерной материи. Здесь пересекаются данные экспериментов, проводимых на ускорителях и в космических лучах. Это определило насыщенную и многообразную программу школы. Фактически школы и совещания в Бакуриани уже давно стали как бы своеобразным отчетом о работах в физике высоких энергий за прошедший год. Новые экспериментальные результаты исследования ядерных взаимодействий были представлены экспериментами в космических лучах. Широкий обзор данных эксперимента «Памир» был дан в докладах Н. Н. Ройнишвили и Г. Б. Жданова. Исследования, проводимые с помощью крупномасштабных рентген-эмульсионных камер, в области энергий 10^{15} — 10^{16} эВ, показали рост сечения генерации частиц, нарушение скейлинга во фрагментационной области, большую величину коэффициента неупругости во взаимодействиях адронов со свинцом $k \approx 0,8$, существование больших флуктуации энергии, переданной через π^0 -мезоны в электронно-фотонную компоненту и в адронную компоненту (p , n , π^\pm , . . .). Предварительные результаты, полученные при энергии выше 10^{16} эВ, показали существенную роль дифракционных процессов, большую диссипацию энергии при взаимодействии, выстроенность многоосных гало и возможность обнаружения кварк-глюонной плазмы. Данные эксперимента «Памир» и результаты нового анализа данных установки Цхра-Цкаро (Д. М. Котляревский, Н. Г. Джаошвили, И. В. Падиашвили) выделили в качестве специфического подпроцесса взаимодействий при высоких энергиях образование полужестких струй. При энергиях 10^{15} — 10^{16} эВ, по данным эксперимента «Памир», они составляют около половины неупругого сечения и определяют рост этого сечения, рост среднего поперечного импульса и нарушение скейлинга как в пионизационной, так и фрагментационной областях. Сопоставление этих результатов с данными UA1-коллаборации, выполненное Н. Н. Ройнишвили, показало, что нарушение KNO-скейлинга, корреляции между множественностью и поперечным импульсом и другие факты подтверждают гипотезу об образовании полужестких струй.

Сравнение количественных предсказаний теоретических моделей с данными эксперимента для взаимодействий с ядрами было сделано в докладах

Д. М. Котляревского, М. Г. Рыскина, Ю. М. Шабельского. Из сравнения распределений по псевдобыстроте, полученных в эксперименте Цхра-Цкаро в интервале энергий 0,1—5 ТэВ с предсказаниями модели аддитивных кварков (АКМ), моделей активного лидера (МАЛ) и кварк-глюонных струн (МКГС) следует довольно хорошее согласие с АКМ и МКГС в быстрой части спектра для энергий выше 0,4 ТэВ. В области пионизации выходы частиц на эксперименте выше, чем предсказывается в моделях. Предварительные результаты определения парциальных и полных коэффициентов неупругости, на разных ядрах в зависимости от энергии взаимодействия указывают на заметную роль перерасеяния лидирующих частиц в ядре (Д. М. Котляревский). Сравнение предсказаний АКМ и МКГС с данными ускорительных экспериментов на ядрах в докладе Ю. М. Шабельского показало, что если на водородной мишени предсказания этих моделей мало различимы, то на ядрах они иногда расходятся. Это делает актуальными такие исследования. Для взаимодействий различных адронов с ядрами при импульсах в десятки ГэВ/с существенная роль принадлежит процессам переноса электрического заряда и барионного числа из одной полусферы в другую. Эти корреляции трудно учесть в моделях. Существование таких эффектов было показано в докладе Л. Н. Смирновой, посвященному анализу характеристик лидирующих частиц и корреляций между областями фрагментации на примере $p\bar{p}$ -взаимодействий при импульсе 32 ГэВ/с. Сравнения адрон-ядерных взаимодействий при 200 ГэВ/с показывают, что значителен вклад дополнительных кумулятивных нуклонов, вылетающих из ядра.

Рост инклюзивного сечения в центральной области требует изменения в остальной части спектра (при $x \gtrsim 0,3$, например). В АКМ и МКГС степень нарушения скейлинга одинакова. Учет роста среднего поперечного импульса с энергией увеличивает масштаб нарушения скейлинга при энергиях экспериментов в космических лучах (Ю. М. Шабельский).

М. Г. Рыскин показал, что в экспериментах по измерению больших поперечных энергий изучается не столько образование струй, сколько внутриядерные перерасеяния. При этом основным является вопрос о том, что перерасеивается в ядре: быстрая частица или медленные партоны. Сравнение расчетов и эксперимента показывает, что наблюдаются оба эти процесса.

Б. З. Копелиович рассмотрел поправки, обусловленные неупругим экранированием в ядрах. Эти поправки могут делать ядро как более, так и менее прозрачным в зависимости от конкретного рассматриваемого механизма взаимодействия. Ядро выступает как «фильтр», пропускающий адронные флуктуации малого размера. В качестве предложения для УНК был рассмотрен эксперимент когерентного рождения адронов с большими p_{\perp} .

Современная ситуация по поиску кварк-глюонной плазмы (КГП) при соударениях тяжелых ионов высоких энергий и при аннигиляции антинуклонов внутри тяжелых ядер рассматривалась в докладе Л. В. Филькова. Было показано, что спектр излученных из КГП адронов сильно зависит от способа адронизации КГП. При поверхностном испарении адронов в капле КГП накапливаются s-кварки. Это приводит к изменению условий фазового перехода и, в конечном счете, к изменению спектра излученных частиц. Предложенный критерий отбора странных и очарованных барионов, излученных из КГП, заключается в исчезновении поляризации этих барионов в соответствующей области фрагментации.

Источником образования внутри тяжелого ядра горячей материи с большой барионной плотностью может явиться также аннигиляция антинуклона внутри ядра. В докладе О. Д. Чернавской был рассмотрен фазовый переход КГП в адронную фазу в рамках гидродинамической теории множественного рождения. Делается вывод о том, что в процессе остывания изначально не горячей плазмы ($T_{in} \gtrsim T_c = 200$ МэВ) основную роль играют неравновесные механизмы адронизации, связанные с переохлаждением, что приводит к росту среднего поперечного импульса вторичных частиц.

Г. Л. Варденга показал, что при выделении в эксперименте центральных ядро-ядерных взаимодействий использование для поиска КПП геометрических моделей для оценки интервала реализуемых прицельных параметров приводит к занижению этого интервала, тем большему, чем ближе массы сталкивающихся ядер и чем жестче критерий «центральности», используемые в эксперименте.

Создание теории ядра и ядерных сил на основе представлений о кварках и глюонах невозможно без использования результатов экспериментов глубоконеупругого рассеяния на ядрах. Экспериментальный статус эффекта ЭМС и результаты изучения нуклонной структурной функции $F_2(x, Q^2)$ по глубоконеупругому рассеянию мюонов были изложены в лекциях И. А. Савина. Новые результаты измерения отношения значений F_2 на дейтериевой и железной мишенях в кинематической области $0,06 \leq x \leq 0,70$ и $14 \text{ ГэВ}^2 \leq Q^2 \leq 70 \text{ ГэВ}^2$ согласуются с прежними измерениями при $x > 0,3$. В области значений $x < 0,2$ измеренное отношение выше единицы примерно на 5%. Результаты изучения нуклонной структурной функции $F_2(x, Q^2)$ в кинематической области $x \geq 0,25$ и $Q^2 > 25 \text{ ГэВ}^2$ базируются на $1,5 \cdot 10^6$ реконструированных событий при энергиях 120, 200 и 280 ГэВ. При различных энергиях пучка величина $R = \sigma_L/\sigma_T = 0,015 \pm 0,013$ (стат.) $\pm 0,026$ (сист.) независимо от x в области $0,25 < x < 0,7$ и $50 \text{ ГэВ}^2 \leq Q^2 \leq 150 \text{ ГэВ}^2$. Кинематическая область этих данных хорошо подходит для количественных проверок квантовой хромодинамики (КХД). Для случая не-синглетного фита во втором порядке найден масштабный параметр КХД $\Lambda_{\overline{\text{MS}}} = 225 \pm 20$ (стат.) $^{+70}_{-60}$ (сист.) МэВ.

Ядерные взаимодействия неразрывно связаны с процессами в космических лучах. Большое внимание в последнее время привлекают измерения потоков мюонов и фотонов высокой энергии. В докладе, сделанном Б. И. Лучковым, на основании расчета распада пионов, образованных космическими лучами в верхней атмосфере, было дано объяснение эффекта импульсного сигнала от источника Лебедь X-3 в высокоэнергичных мюонах. Показано, что сигнал может имитироваться космическими лучами и возникать в результате подъема и разрежения газа верхнего слоя атмосферы под воздействием импульсного излучения источника. Требуемый поток энергии должен превышать рентгеновский поток от источника по крайней мере в 10^3 раз.

Для регистрации как диффузных, так и локальных потоков фотонов с энергией $10^{12} - 10^{16}$ эВ на высокогорной станции Арагац в рамках эксперимента АНИ планируется создание комплексной установки. По сравнению с установками на уровне моря, как показано в докладе Р. М. Мартиросова, высокогорные установки обладают преимуществами для исследования ливней от фотонов с энергией $10^{14} - 10^{16}$ эВ.

А. А. Петрухин изложил новый метод спектроскопии мюонов (параметр) с энергией выше 10^{12} эВ, который может быть использован в экспериментах на ускорителях и в космических лучах. В основе метода оценка энергии мюонов по образуемым ими e^+e^- -парам. Относительная погрешность измерений при асимптотически высоких энергиях есть $\delta = (137/T)^{1/2}$, где T — толщина установки в рад. ед. Для реализации метода достаточно регистрировать e^+e^- -пары с энергией выше $10^{-3}E_\mu$.

Цикл докладов был посвящен созданию ускорительно-накопительного комплекса в ИФВЭ (Серпухов), планируемыми на нем экспериментам и их программному обеспечению (Э. П. Кистенев, А. К. Лиходед, В. А. Никитин, Ю. Ф. Пирогов, Ю. А. Белокопытов). Активное обсуждение вызвал доклад С. И. Алехина о систематизации экспериментальных данных физики частиц в ИФВЭ, прежде всего, вопросы технологии сопровождения системы связи с информационными системами и группами систематизации из других организаций.

В докладе М. В. Данилова обсуждались новые данные по В-мезонам, полученные группами ARGUS и CLEO. Оказалось, что относительные ве-

роятности ряда эксклюзивных распадов на порядок меньше, чем считалось ранее. Существует указание, что среднее число очарованных кварков в распадах В-мезонов меньше, чем ожидается в случае, когда отношение элементов матрицы Кобаяши — Маскавы $|V_{bu}| / |V_{bc}|$ пренебрежимо мало. Однако, возможно, что эта проблема не связана с В-мезонами, поскольку и в e^+e^- -аннигиляции в континууме рождение D^0 и D^+ -мезонов составляет менее половины ожидаемого сечения рождения очарованных частиц. Имеющиеся экспериментальные данные не позволяют показать, что $|V_{bu}| \ll |V_{bc}|$. При получении приводившегося ранее ограничения $|V_{bu}| / |V_{bc}| < 0,11$ не учитывался ряд теоретических неопределенностей.

Модификация модели Гейзенберга, основанная на классических представлениях об области взаимодействия адронов при высоких энергиях, рассмотрена в докладе О. П. Ющенко. Исходя из релятивистских гидродинамических уравнений получено выражение для плотности энергии в сопутствующих системах координат, построена физически мотивированная эйкональная амплитуда для упругих процессов. Получено хорошее описание данных по полным и упругим сечениям, наклону конуса в широком диапазоне энергий.

Доклады теоретиков, как всегда, отличались большим разнообразием тем. Условно их можно разделить на пять больших групп: 1) столкновения адронов при высоких энергиях; 2) вакуум КХД и спектроскопия адронов; 3) суперсимметрия, супергравитация, суперструны; 4) астрофизика и физика элементарных частиц; 5) общие вопросы квантовой теории поля и квантовой механики.

Наибольшее число докладов было посвящено традиционной для школы теме — столкновению адронов при высоких энергиях.

К. А. Тер-Мартirosян в докладе «О равенстве растущих частей полных сечений взаимодействия адронов и ядер» показал, что в теории сверхкритического померона полные сечения стремятся к пределу Фруассара $\sigma^{\text{tot}} = 2\pi a^2 \ln^2(s/m^2) + \dots$ и коэффициент $2\pi a^2$ при растущей части является универсальной константой, т. е. не зависит от сорта сталкивающихся частиц. Численные оценки дают $2\pi a^2 \approx 0,5 \sim 0,6$ мб при $s^{1/2} \geq 10^3$ ГэВ. При сверхвысоких энергиях, когда растущий радиус адрона $R = a \ln(s/m^2)$ превышает радиус ядра, полные сечения рассеяния адронов на ядре и ядер на ядрах стремятся к той же величине $2\pi a^2 \ln^2(s/m^2)$.

В рамках теории сверхкритического померона Л. А. Пономарев исследовал дифракционное рассеяние адронов при высоких энергиях. Было показано, что в теории естественным образом возникает малый параметр, который позволяет вычислять сечение любого дифракционного процесса с заданной точностью. Было получено описание уже существующих экспериментальных данных и даны предсказания для энергий космических лучей и будущих ускорителей.

Ш. С. Еремян выступил с обзором «Критический померон», в котором провел сравнительный анализ адрон-адронных взаимодействий в теориях с критическим и надкритическим померонами. Он показал, что основные характеристики бинарных взаимодействий в обеих теориях практически совпадают друг с другом во всем интервале достижимых энергий. Был дан также анализ адрон-ядерных взаимодействий в рамках реджеонной теории поля с критическим и надкритическим померонами и теории многократного рассеяния.

Л. Л. Енковский в докладе «Механизмы роста адронных сечений» предложил выбирать затривочный померон в виде двойного полюса, расположенного правее единицы, с нелинейной траекторией, определяемой дуальной моделью. В асимптотическом режиме, наступающем при энергиях $s^{1/2} > 10^3$ ГэВ, такая модель приводит к универсальному и максимально быстрому росту полных сечений. Обсуждался также вклад С-нечетного партнера померона — оддерона в полные сечения и кварк-глюонная интерпретация наблюдаемого роста сечений.

Б. З. Копелиович сделал подробный обзор проблемы вычисления неупругих поправок к приближению Глаубера — Ситенко для адрон-ядерных взаимодействий. Было показано, что для большинства ядерных реакций поправки велики и результаты вычислений сильно зависят от модели. Анализ экспериментальных данных позволяет сделать заключение, что наблюдается эффект экранирования цвета внутри адронов, и продемонстрировать противоречие с ортодоксальной моделью составляющих кварков. Во втором докладе Б. З. Копелиович проанализировал механизмы pp -взаимодействий при низких и высоких энергиях.

Исследованию взаимодействий адронов при высоких энергиях с точки зрения квантовой хромодинамики была посвящена лекция М. Г. Рыскина. Он продемонстрировал, что теория возмущений КХД позволяет объяснить все основные черты взаимодействий адронов высоких энергий — рост полных сечений $\sigma_{\text{tot}} \sim \ln^2 s$, рост радиуса взаимодействия $R \sim \ln s$ и т. д. Было подчеркнуто, что множественность и средний поперечный импульс партонов при этом растут по закону $n \sim q_{\perp}^2 \sim \Lambda^2 \exp(2,5 \ln^{1/2} s)$, что оправдывает применимость теории возмущений КХД. В его же докладе «События с большими E_t на ядрах» в рамках теории возмущений обсуждались инклюзивные спектры быстрых частиц в адрон-ядерных взаимодействиях. Было показано, что удастся хорошо описать экспериментальные данные по сечениям событий с большой поперечной энергией $d\sigma/dE_t$ в соударениях pPb при 800 ГэВ и 200 ГэВ.

Эксклюзивным структурным функциям конstituентов в адронах был посвящен доклад И. И. Ройзена. Им было показано, что если независимость валентных конstituентов в адроне ограничена только сохранением полной энергии, то можно получить точное решение, выражающее эксклюзивные структурные функции через инклюзивные структурные функции кварков и антикварков в мезоне и кварков и дикварков в барионах.

Нестандартный подход к столкновениям адронов при высоких энергиях был предложен в докладе И. М. Дремина «Переमेжаемость и фрактальность в процессе множественного рождения частиц». Основное внимание было уделено разъяснению математических понятий перемежаемости и фрактальности, не очень знакомых физикам, занимающимся частицами. Были приведены аргументы, что наблюдение высоких пиков в распределении по быстрой вторичных частиц, образующихся при взаимодействии адронов высокой энергии, связано со свойством перемежаемости в системе. Фрактальность блужданий партонов в этой системе определяется по экспериментальным данным о средней множественности и наклоне дифракционного конуса. Она оказывается довольно высокой, что говорит в пользу статистико-термодинамических моделей.

Вторая группа докладов была посвящена не менее традиционной теме — спектроскопии адронов и квантовой хромодинамике. В лекции Э. В. Щуряка речь шла о дальнейшем развитии теории инстантонного вакуума квантовой хромодинамики.

Докладывались результаты численных экспериментов с ансамблем инстантонов, включающих эффекты обмена легкими кварками. Было показано, что при достаточно большой плотности инстантонов реализуется «полимерная» фаза с ненулевым кварковым конденсатом, а при малой плотности имеется фазовый переход первого рода в «молекулярную» фазу.

Л. В. Лаперашвили в интересном докладе «Струны и мешки КХД» рассмотрела модель релятивистской струны как предельный случай вытянутого мешка КХД. Был исследован спектр масс адронных резонансов с высокими спинами с учетом деформации поверхности вытянутых мешков. Показано, что учет поверхностного натяжения улучшает согласие предсказаний модели с экспериментальными данными.

А. Б. Кайдалов в подробном докладе «Физика адронных резонансов»

дал обзор современного состояния спектроскопии адронов. Было рассмотрено несколько вопросов. Обсуждался новый метод определения кваркового и глюонного состава резонансов при изучении двухчастичных распадов J/ψ . Была рассмотрена классификация известных резонансов в рамках кварковой модели. Показано, что бозонные и барионные резонансы расположены на линейных траекториях Редже, которые сопровождаются дочерними траекториями, и что для адронов с массами $M > 1$ ГэВ имеется некоторое подобие суперсимметрии. Обсуждались предсказания модели кварк-глюонных струн для масс и ширин резонансов, составленных из тяжелых и легких кварков. Показано, что многие D^* - и V^* -состояния должны быть весьма узкими. Были рассмотрены предсказания этой модели для резонансов, состоящих из дикварков и антидикварков. Показано, что многие резонансы в $N\bar{N}$ -, $\Lambda\bar{\Lambda}$ - и других системах расположены на соответствующих $2q - 2\bar{q}$ -траекториях Редже.

И. М. Дремин в докладе «Кварконии и сверхатома» рассмотрел поведение уровней в атомоподобных системах с резким скачком потенциала. Были приведены аргументы в пользу того, что подобные системы могут быть полезны для понимания свойств кварконии и сверхатомов.

В докладе Е. П. Шабалина «Скалярные двухкварковые мезоны» была предпринята попытка с помощью кирального эффективного лагранжиана для скалярных и псевдоскалярных полей с нарушенной $U(3) \times U(3)$ симметрией вычислить спектр масс двухкварковых скалярных мезонов в терминах масс псевдоскалярных мезонов и констант f_K и f_π . Были приведены аргументы в пользу того, что $\sigma(980)$ -мезон является двухкварковым изовекторным мезоном.

Ш. С. Еремян и А. Э. Назарян представили доклад «Кварк-глюонное смешивание в псевдоскалярных, скалярных и тензорных мезонах», в котором рассмотрели модель смешивания $q\bar{q}$ - и глюонных состояний в η -, η' -, $\Upsilon(1440)$ (0^-)-мезонах; S^* , ϵ , $S^{*'}(1730)$ (0^+)-мезонах и f , f' , $\theta(1690)$ (2^-)-мезонах. Они получили предсказания для 110-двухчастичных распадов с участием этих частиц. В докладе утверждалось, что $\Upsilon(1440)$ на 80% состоит из глюония, а $\theta(1690)$ и S^* являются чисто глюонными состояниями. Были также рассмотрены распады $J/\psi \rightarrow V^-$, P^- , S^- и T^- -мезоны.

Суперсимметрия и суперструны на этот раз были представлены не так широко, как на прошлой школе. Тем не менее, доклады были весьма содержательными. В лекции «Современное состояние низкоэнергетической суперструнной супергравитации» К. А. Тер-Мартirosян дал обзор безмасштабной супергравитации (развиваемой ранее в ЦЕРНе), следующей из модели суперструн. Были отмечены трудности теории, связанные с идеей нарушения суперсимметрии за счет отличной от нуля массы калибровочных суперпартнеров калибровочных полей.

В лекции Г. М. Двали и Дж. Л. Чкареули «Суперсимметрия и поколения кварков и лептонов» было дано суперсимметричное расширение горизонтальной симметрии поколений — $SU(3)_H$. Предложен суперпотенциал для горизонтальных полей, который вполне естественно приводит к массовым матрицам Фритча, для верхних и нижних кварков с наблюдаемой на опыте иерархией между их элементами.

Остальные три доклада были посвящены более отвлеченной теме, именно — суперинстантонам. В лекции «Суперинстантоны» М. А. Шифман с большим педагогическим мастерством (премия за лучшую лекцию школы) на простейшем примере теории поля — двумерной $O(3)$ -сигма-модели — рассказал, что такое инстантон и его суперсимметричное обобщение — суперинстантон, как построить суперполевого формализм и какие физические результаты можно получить, в принципе, с помощью этого формализма.

Д. А. Новиков в докладе «Суперинстантоны в произвольной группе Ли» рассказал, как можно построить суперпространство параметров суперинстан-

тона в суперсимметричных калибровочных теориях с материей. Было показано, как найти действие суперконформной группы на этом суперпространстве и инвариантную меру интегрирования. Были подробно обсуждены суперсимметричные модели, в которых суперинстантоны приводят к полному динамическому нарушению калибровочной симметрии и, тем самым, дают нетривиальный пример теории поля в режиме слабой связи.

Я. И. Коган в докладе «Струнные суперинстантоны» обсудил непертурбативные эффекты в двумерной конформной теории поля, описывающей движение струны в фоновых полях. Было показано, что инстантонные эффекты приводят к неаналитическим по параметру натяжения струны α' эффектам. Это проявляется, в частности, в отсутствие полной эквивалентности между теорией струны и теорией поля. Рассматривались инстантоны в древесном приближении теории струны. Было показано, как они могут приводить к генерации юкавских вершин и эффективных потенциалов.

Общие вопросы квантовой теории поля и квантовой механики были представлены в нескольких докладах. Д. В. Ширков в лекции «Ренормгруппа в разных областях физики» подытожил материалы совещания «Ренормгруппа-86», проходившего летом 1986 г. в Дубне. Обсуждалась идеология и метод ренормгруппы в современной теоретической физике. На основе функциональной формулировки групповых преобразований был развит общий взгляд, использующий новое понятие функциональной автомодельности. На его основе было проведено сравнение различных формулировок ренормгруппы, используемых в квантовой теории поля, физике критических явлений, теории турбулентности, физике полимеров, теории переноса излучения и в других областях физики.

С. И. Соколов представил работу «Особенности движения частиц во фронтальной форме двумерной релятивистской динамики и ограничения на жесткость релятивистской струны», выполненную им совместно с А. А. Майоровым и В. И. Третьяком. В работе обсуждается движение классических частиц, связанных прямым релятивистским взаимодействием, в рамках лагранжевой динамики во фронтальной форме и ее гамильтонова аналога. Показано, что с ростом констант связи в теории возникают патологии типа обрывов траекторий, появления тахионных областей и т. д. Гамильтонов формализм оказывается более приспособленным для описания непатологических систем. В рамках лагранжева формализма показано, что в теории релятивистской струны существуют ограничения на ее жесткость, вытекающие из условия, что скорость звука в струне должна быть меньше скорости света.

Два других доклада были посвящены квантовой механике. А. В. Турбинер продемонстрировал, что гладкие вариационные пробные функции, дающие высокие точности в энергии, могут приводить к сильным отклонениям в других величинах, в частности, в $\psi(0)$. Им же был предложен простой критерий построения пробных функций, близких к точным.

В докладе А. В. Турбинера и А. Г. Ушверидзе «Об аналитической структуре плоскости константы связи» было показано, что для точно решаемых задач в плоскости константы связи имеются системы корневых точек ветвления. Их возникновение связано с пересечением различных уровней энергии. Введено понятие о квазиточнорешаемых задачах, в которых известно конечное число уровней, пересекающихся друг с другом и непересекающихся с другими уровнями. Исследована структура сингулярностей для нелинейного уравнения Шрёдингера. Показано, что в любом N -частичном секторе существуют корневые точки ветвления по константе связи.

Высокогорный характер школы объясняет, по-видимому, неизменный интерес участников к проблемам астрофизики. А. Д. Долгов в докладе «Островная модель Вселенной» продемонстрировал, как можно понять астрономические данные, указывающие на то, что распределение барионной материи в наблюдаемой части Вселенной является пространственно ограниченным. Была предложена модель такой Вселенной, основанная на гипотезе

спонтанного нарушения C - и CP -инвариантности. Фазовый переход от зарядово четной к зарядово нечетной фазе происходит во время экспоненциального расширения Вселенной. Образующиеся при этом пузыри C -нечетной фазы расширяются до размеров $\sim 10^{10}$ лет. В итоге возникают барионные и антибарионные острова, разделенные морем невидимой материи.

М. Ю. Хлопов в докладе «Астрофизические методы проверки теории: элементарных частиц» еще раз напомнил, что астрофизические наблюдения современной Вселенной предоставляют уникальную возможность для изучения физических явлений, происходящих на ранних стадиях эволюции Вселенной и недоступных исследованию в лабораторных условиях.

Менее глобальные, но не менее интересные проблемы обсуждались в докладе З. Г. Бережани и М. К. Высотского «Распад нейтрино в веществе». Было показано, что присутствие плотного вещества может индуцировать распад нейтрино в антинейтрино и майорон $\alpha: \nu \rightarrow \bar{\nu} + \alpha$. Наряду с диагональными, в принципе, индуцируются и недиагональные переходы. Вероятности таких распадов нестандартным образом зависят от энергии нейтрино. Обсуждались следствия для прохождения пучков нейтрино от ускорителя через Землю.

Несколько докладов не укладываются в предложенную классификацию.

А. Б. Кайдалов рассказал об основных результатах, представленных на XXII Международной конференции по физике высоких энергий, участником которой он был. Были рассмотрены следующие вопросы:

1. Дармштадский эффект и существование аксиона.
2. Экспериментальное указание на $B^0 - \bar{B}^0$ -смешивание.
3. Физика нейтрино и осцилляции нейтрино в Солнце.
4. Новые данные о W -, Z -бозонах и $\sin^2 \theta_W$.
5. Ограничения на число поколений и массы новых частиц.
6. Жесткие процессы и КХД. Новые данные о минипартулах.
7. ЕМС-эффект.
8. Суперструны.

Доклад А. А. Тяпкина был посвящен истории физики. Были приведены сведения о попытках объяснения большой вероятности необратимого во времени процесса перехода от неравновесного исходного состояния к равновесному состоянию для статистического ансамбля систем из многих тождественных частиц, движение которых строго подчиняется обратимым законам классической механики. На основе подходов М. Смолуховского и Н. С. Крылова было показано, что на микроскопическом уровне статистического описания всегда имеется равенство вероятностей для прямого и обратного процесса и что асимметрия вероятностей возникает при макроскопическом описании только из-за неразличимости многих микросостояний вследствие тождественности частиц, составляющих систему, а не в результате огрубленного описания пространственных и импульсных характеристик системы.

Всеобщий интерес вызвал доклад Д. С. Чернавского о проблемах возникновения жизни, биологической эволюции и комбинаторики. Вместили содержание этого выступления в краткую аннотацию нам не удалось.

К сожалению, нам не удалось упомянуть все доклады и выступления, состоявшиеся на замечательной школе в Бакуриани, но и приведенный краткий перечень рассматривавшихся там проблем показывает, что работа школы проходила в напряженном деловом ритме. Это является безусловной заслугой оргкомитета школы, сумевшего гармонично увязать широкий спектр докладов, дать возможность высказаться большинству участников школы и поддержать традиционно доброжелательную и непринужденную атмосферу как на заседаниях, так и в свободное время. Все участники школы благодарны ее организаторам за прекрасные дни, подаренные им школой.

В. А. Новиков, Л. Н. Смирнова